

# 环境工程污水处理分析与探讨

林永超

宁波市水务环境集团股份有限公司 浙江 宁波 315000

**摘要:** 在环境工程领域, 污水处理是水生态保护的关键环节, 但其处理效能受水质复杂多变、传统工艺局限等因素制约, 影响水资源可持续利用与生态环境质量。传统污水处理技术与管理模式存在适配性不足、效率偏低等问题, 新型技术应用仍需系统整合。本文梳理污水处理基础理论与主流污水处理技术, 剖析核心影响因素, 提出工艺适配、技术创新、运维管控协同优化策略, 为提升污水处理系统综合效能提供参考。

**关键词:** 环境工程; 污水处理; 技术分析; 影响因素; 优化策略

**引言:** 随着水污染问题日益凸显, 污水处理已成为环境工程领域的核心议题, 其处理效能直接关系生态环境质量与水资源可持续利用。当前污水处理面临水质复杂多变、处理效率不均、能耗成本偏高等挑战, 传统处理工艺与管理模式难以满足精准化、高效化处理需求。基于此, 本文从基础理论切入, 系统分析主流处理技术, 明确关键影响因素, 进而构建全方位优化策略, 旨在为破解污水处理瓶颈、提升处理系统综合效能提供科学可行的研究思路与技术支撑。

## 1 环境工程污水处理相关基础理论

### 1.1 污水的分类与污染物特性

污水可按来源分为生活污水、工业污水和农业污水三类。生活污水源于居民日常生活, 含氮、磷、有机物及病原微生物等; 工业污水因行业差异成分复杂, 可能含重金属、有毒有机物、酸碱物质等; 农业污水则多携带农药残留、化肥养分及畜禽养殖废弃物。污染物特性主要体现在物理、化学和生物三个维度: 物理特性包括悬浮颗粒物的粒径与浓度、污水的色度和浊度等; 化学特性涵盖酸碱度、氧化还原电位、重金属离子含量及难降解有机物浓度等; 生物特性则与病原微生物数量、有机污染物的可生物降解性相关<sup>[1]</sup>。

### 1.2 污水处理的核心原理

污水处理核心原理围绕物理、化学、生物三种处理方法展开。物理处理原理是利用污染物与水的物理性质差异, 通过过滤、沉淀、离心等方式分离悬浮污染物, 无需改变污染物化学性质; 化学处理原理是借助化学反应转化或去除污染物, 如通过中和反应调节污水酸碱度, 利用氧化还原反应降解有毒有机物, 通过化学沉淀去除重金属离子; 生物处理原理是利用微生物的代谢作用分解有机污染物, 将其转化为无害的二氧化碳和水等, 包括好氧生物处理和厌氧生物处理, 分别依赖好氧

微生物和厌氧微生物的代谢活动实现污染物降解。

## 2 环境工程中主流污水处理技术分析

### 2.1 物理处理技术分析

物理处理技术是污水处理的基础环节, 核心通过物理作用分离污染物, 具有操作简单、成本较低、无二次污染的特点, 常见技术包括格栅、沉砂池、沉淀池、过滤等。(1) 格栅作为污水处理的第一道拦截屏障, 主要用于截留水中粒径较大的悬浮杂质, 能有效清除水中的大颗粒固体污染物, 避免后续处理设备因堵塞影响运行效率。(2) 沉砂池则利用重力沉降原理, 分离水中密度大于水的砂粒等无机颗粒, 可减少这类硬质颗粒对后续处理单元的磨损, 保障设备稳定运行。(3) 沉淀池依据悬浮颗粒的重力沉降特性完成固液分离, 根据水流方向不同有多种类型, 能高效分离水中的悬浮颗粒物。(4) 过滤技术是进一步净化水质的关键手段, 通过石英砂、活性炭等滤料的截留作用, 去除水中残留的细小悬浮颗粒, 显著提升污水的浊度去除效果, 让出水水质更洁净。

### 2.2 化学处理技术分析

化学处理技术适用于处理难生物降解、含重金属等污染物的污水, 通过化学反应实现污染物的转化或去除, 主流技术有化学混凝、化学中和、化学氧化还原、化学沉淀等。(1) 化学混凝技术通过投加混凝剂使细小悬浮颗粒和胶体凝聚成大絮体, 再经沉淀分离去除, 混凝剂投加量通常为5-50mg/L, 对化学需氧量(COD)的去除率可达30%-60%。(2) 化学中和技术用于调节污水酸碱度, 使污水pH值稳定在6-9的适宜范围, 酸性污水常用石灰、氢氧化钠等碱类中和, 碱性污水则采用硫酸、盐酸等酸类中和。(3) 化学氧化还原技术利用氧化剂或还原剂破坏污染物的化学结构, 如采用臭氧氧化处理难降解有机物, 臭氧投加量为10-50mg/L, 可有效分解部分有毒有害有机物。(4) 化学沉淀技术通过投加化学药剂

与重金属离子反应生成难溶性沉淀物，如处理含铅污水时投加硫化钠，可使铅离子浓度降至0.1mg/L以下。

### 2.3 生物处理技术分析

生物处理技术是处理有机污染物的核心技术，其原理是借助微生物的代谢作用，将有机污染物转化为无害物质，该技术主要分为好氧生物处理和厌氧生物处理两大类。（1）好氧生物处理技术需在有氧环境中开展，通过向反应体系内补充氧气，为好氧微生物的生长代谢提供保障。常见的好氧生物处理技术包括活性污泥法、生物膜法等。活性污泥法通过曝气装置向反应池内充氧，促使微生物聚集形成活性污泥絮体，这些絮体与污水充分接触后，可高效降解水中的有机物；生物膜法则借助附着在特定载体表面的生物膜完成污染物降解，典型工艺有生物滤池、生物转盘等，该技术的显著优势是抗冲击负荷能力较强，在低浓度污水的处理中适用性更佳<sup>[2]</sup>。（2）厌氧生物处理技术是在无氧环境下进行，通过厌氧微生物的代谢将有机物转化为甲烷和二氧化碳，主要用于处理高浓度有机污水，如食品加工废水，处理过程中无需曝气，能耗仅为好氧处理的1/10左右，同时可回收沼气资源。

### 2.4 不同污水处理技术的对比与适配性分析

不同污水处理技术在处理效果、能耗、成本等方面存在显著差异。（1）从处理效果看，物理处理技术对悬浮颗粒物去除效果较好，但对溶解性污染物去除有限；化学处理技术能有效去除重金属和难降解有机物，但可能产生二次污染；生物处理技术对有机污染物去除效率高，且相对环保。从能耗角度，厌氧生物处理能耗最低，约为0.1-0.3kWh/m<sup>3</sup>污水，好氧生物处理能耗较高，约为0.5-1.5kWh/m<sup>3</sup>污水，化学处理技术因药剂投加和反应条件控制，能耗居中。（2）从成本来看，物理处理技术设备投资和运行成本最低，化学处理技术因药剂费用较高，运行成本相对较高，生物处理技术设备投资适中，但需长期维护微生物生长环境。适配性方面，物理处理技术适合作为预处理环节，去除大颗粒杂质；高浓度有机污水优先采用厌氧生物处理技术，后续可搭配好氧生物处理深化处理；含重金属、难降解有机物的工业污水需采用化学处理技术为主，辅以其他技术；生活污水则适合采用“物理预处理+生物处理”的组合工艺，既能保证处理效果，又能控制成本<sup>[3]</sup>。

## 3 环境工程污水处理效果的影响因素

### 3.1 水质水量因素

水质与水量是影响污水处理效果的基础因素，直接决定处理工艺的适配性与运行稳定性。从水质来看，污

水中污染物的种类、浓度及形态差异较大，若含高浓度有机物、重金属离子或难降解有毒物质，会加重后续处理单元的负荷，降低微生物活性或化学反应效率；而污染物浓度过低则可能导致微生物营养不足，影响生化处理效果。污水的pH值、酸碱度、溶解氧含量等指标也会干扰处理过程，例如强酸或强碱环境会破坏微生物生存条件，阻碍生化反应的正常进行。从水量来看，水量波动过大会导致处理系统水力负荷失衡，若瞬时水量激增，可能造成沉淀池水力停留时间不足，悬浮物无法充分沉降，进而影响出水水质；水量持续偏低则会降低设备运行效率，增加单位处理成本。

### 3.2 工艺运行参数因素

污水处理工艺的运行参数直接调控处理过程的核心反应，其合理性对处理效果起决定性作用。不同处理工艺的关键参数存在差异，以生化处理工艺为例，水力停留时间、污泥龄、污泥回流比等参数需精准控制：水力停留时间过短会导致污染物降解不充分，过长则会增加能耗与处理成本；污泥龄过长可能导致污泥老化、活性下降，过短则会造成微生物数量不足，影响降解效率。对于物理化学处理工艺，药剂投加量、反应温度、搅拌强度等参数至关重要，如药剂投加量不足无法实现污染物充分沉淀或氧化，过量则会造成药剂浪费，还可能引入新的污染物。工艺各单元的协同运行参数匹配度也会影响整体处理效果，若前段预处理未达到预期效果，会直接影响后续深度处理单元的运行稳定性<sup>[4]</sup>。

### 3.3 设备与运维因素

污水处理设备的性能状态与运维管理水平是保障处理系统稳定运行的重要支撑。设备性能方面，格栅、沉淀池、曝气器、过滤器等核心设备的运行效率直接影响处理效果，若格栅拦截效果不佳，大量悬浮物进入后续单元会造成管道堵塞与设备磨损；曝气器曝气不均匀会导致生化池内溶解氧分布失衡，影响微生物代谢；过滤设备滤料堵塞或破损则会降低出水澄清晰度。运维管理方面，日常巡检、设备维护、污泥处置等工作的规范性至关重要。若设备长期缺乏维护，易出现故障停机或性能衰减；污泥未及时处置会导致二次污染，影响处理系统的闭环运行；运维过程中对水质水量变化的响应不及时，无法快速调整运行策略，也会导致处理效果波动。

### 3.4 环境外部因素

外部环境条件通过间接作用影响污水处理过程，其波动可能干扰处理系统的稳定运行。温度是最主要的外部环境因素之一，微生物的活性与反应速率均与温度密切相关，低温环境会显著抑制微生物生长繁殖，降低生

化处理效率，尤其在冬季易导致出水水质超标；高温环境则可能加速微生物衰老，同样影响处理效果。且外界气压、光照条件等也会产生一定影响，如气压变化可能影响曝气系统的充氧效率，光照强度对光催化氧化等工艺的反应效率具有直接作用。外部环境中的粉尘、杂质等若进入处理系统，可能堵塞设备或污染反应介质，间接降低处理效果。

#### 4 环境工程污水处理的优化策略

##### 4.1 工艺优化策略

工艺优化是污水处理提质增效的基础，其核心在于根据进水水质特性实现工艺的精准适配与流程精简。

(1) 针对不同污染物组分，需优化主体工艺参数，如活性污泥法中调整污泥龄、溶解氧浓度、回流比等关键指标，提升微生物对污染物的降解效率，减少剩余污泥产量。对于高浓度有机废水，可采用厌氧-好氧组合工艺替代单一好氧工艺，利用厌氧阶段高效降解大分子有机物，降低后续好氧处理的能耗负荷。(2) 推行工艺流程精简优化，去除冗余处理单元，减少水力停留时间，提升处理系统的整体运行效率。(3) 针对水质波动较大的情况，构建柔性工艺调控体系，通过实时监测数据动态调整工艺参数，保障出水水质稳定达标。

##### 4.2 技术创新应用策略

技术创新是突破污水处理瓶颈的关键驱动力，需聚焦高效处理技术、资源回收技术与低碳节能技术的融合应用。(1) 在高效处理技术方面，推广膜生物反应器、高级氧化技术等新型工艺，强化对难降解污染物的去除能力，提升出水水质等级<sup>[5]</sup>。(2) 资源回收技术的应用可实现污水处理的资源化转型，如通过厌氧消化技术将污泥转化为沼气能源，利用脱氮除磷工艺回收磷资源，降低污水处理的资源消耗。(3) 低碳节能技术的融入则是实现绿色发展的核心路径，采用节能型曝气设备、高效水泵等节能装备，减少电能消耗；借助太阳能、风能等可再生能源替代传统能源，降低处理系统的碳排放强度。智能化技术的深度应用可提升技术应用效率，通过传感器实时采集水质、能耗数据，结合大数据分析实现处理过程的精准调控。

##### 4.3 运维管理优化策略

运维管理优化是保障污水处理系统稳定高效运行的重要支撑，需建立精细化、标准化、智能化的管理体系。(1) 在人员管理方面，构建专业化运维团队，加强技术培训与实操考核，提升运维人员对工艺参数的调控能力和设备故障的排查能力，减少人为操作失误。(2) 设备管理需推行全生命周期管理模式，建立设备台账，定期开展设备巡检、维护与保养，及时更换老化部件，提升设备运行稳定性，降低故障停机率。(3) 物料管理方面，优化药剂投加方案，根据进水水质动态调整药剂投加量，避免药剂浪费；加强污泥处置的全过程管控，提升污泥脱水效率，降低处置成本。(4) 借助智能化管理平台，整合处理系统的运行数据，实现运维过程的实时监控、数据分析与预警提示，推动运维管理从经验化向数据驱动的精细化管理转变。

##### 结束语

污水处理是守护水生态环境的关键防线，其优化升级需依托理论支撑、技术创新与精细化管理的协同发力。本文通过对污水处理基础理论、技术体系、影响因素及优化策略的系统探讨，明确了多维度协同优化的核心路径。未来污水处理需进一步强化技术融合与智能化应用，推动处理系统向更高效、低碳、资源化方向发展。相信本文研究可为相关技术研发与工程实践提供有益借鉴，助力实现水资源保护与生态环境可持续发展的长远目标。

##### 参考文献

- [1]黄昱兴.环境工程中污水处理的现状 & 优化策略分析[J].皮革制作与环保科技,2025,6(5):98-99,102.
- [2]金小斌,俞驰,陈久仙.环境工程中城市污水处理技术运用分析[J].建材与装饰,2025,21(3):22-24.
- [3]王庆力,何育梅,梁娟.生态环境保护工程中污水处理技术分析[J].化纤与纺织技术,2024,53(8):88-90.
- [4]洪小培.城市环境工程污水处理中存在的问题及解决方法分析[J].黑龙江环境通报,2023,36(5):108-110.
- [5]潘婕妤.环境工程污水处理中膜生物反应技术的应用分析[J].清洗世界,2023,39(9):4-6.